(Aus der Experimentell-biologischen Abteilung des Pathologischen Instituts zu Berlin. / Vorstand: Prof. Dr. A. Bickel.)

Einfluß der Muskelarbeit auf die Magensekretion nach Versuchen am Hunde.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Medizinischen Doktorwürde

an der

Friedrich-Wilhelms-Universität
zu Berlin

Von

Andrius-Jonas Bridžius
aus Bačkiškiai — Litauen)

Promotionstag: 13. März 1926.

Verlagsbuchhandlung Julius Springer in Berlin 1926

224

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität Berlin.

Dekan: Prof. Dr. A. Goldscheider.
Referent: Prof. Dr. A. Bickel.
Korreferent: Prof. Dr. O. Lubarsch.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Sonderabdruck
aus der „Zeitschrift für die gesamte experimentelle Medizin", Bd. 51

Meinen lieben Eltern

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41544328_0110

Geschichtliches.

Die Tatsache, daß der Blutgehalt der Verdauungsorgane mit den Digestionsphasen des Organismus in engem Zusammenhange steht, ist — wenigstens in ihren Einzelerscheinungen — schon längst bekannt. So sagt z. B. *Frerichs*[1]) (1858) auf Grund sowohl seiner Befunde an den verunglückten Menschen als auch Experimente an den Tieren (Kaninchen, Katze) in seiner „Klinik der Leberkrankheiten" folgendes: „Die Nahrungsaufnahme äußert auf das Volumen der Leber einen wesentlichen Einfluß. Während der zweiten Periode der Verdauung nimmt das Organ an Umfang und Gewicht zu, teils wegen der Hyperämie, welche alsdann sich einstellt .... Nach anhaltendem Fasten wird die Drüse kleiner und leichter." (Bd. I, S. 21.). Andererseits, *Frerichs* weiß, daß neben den anderen Momenten auch die Körperbewegungen zu einer Herabsetzung der Leberhyperämie beitragen können: „Es gelingt meistens ohne Schwierigkeiten .. . mittels aktiver Bewegung in freier Luft usw. ... die Hyperämie der Leber zu mäßigen oder zu heben." (Ibidem, S. 387.)

Einen weiteren Schritt in der Erforschung des Einflusses der Muskelarbeit auf die Tätigkeit der Verdauungsorgane verdanken wir *J. Ranke*[2]) (1871): er war der erste, der durch die Anlegung von Gallenblasenfisteln am Kaninchen und Meerschweinchen unmittelbar zeigen konnte, wie die Leber während des Muskeltetanus, d. h. gleichzeitig mit der Blutverarmung, weniger Galle produziert als sonst. — Ähnlich zeigten sich die Verhältnisse auch an der Niere des Hundes. — Damit war bewiesen, daß *mit der Blutverschiebung im Organismus auch die „Funktionierungs-Abwechslung"* (=„Tätigkeitwechsel") *der Organe* bis zu einem gewissen Grade verbunden ist.

Das ganze Forschungsinteresse wurde weiterhin im großen und ganzen in *zwei* Brennpunkten konzentriert: 1. Die meisten Autoren behandeln die Magenfunktion, 2. die anderen wiederum die Nahrungsausnutzung durch den Verdauungsschlauch als Ganzes; und das alles unter dem gemeinsamen Gesichtspunkt der Beeinflussung durch die Muskelarbeit. Als Versuchsobjekt in diesen Arbeiten wurde meistens der Hund, ferner das Pferd und der Mensch gewählt.

Als einer der ersten Magenuntersucher in dem schon angedeuteten Sinne gilt *J. Cohn*[3]) (1888). In seinen Versuchen benutzte er Hunde. Die Tiere (3) wurden nach einer Probemahlzeit, bestehend aus 125 g frischem Schabfleisch und 150 ccm Wasser entweder auf einen 2stündigen Spaziergang mitgenommen oder der Ruhe

überlassen. 2 bis 5 Stunden nach der Probemahlzeit wurde der Mageninhalt mit 300 ccm Wasser verdünnt, ausgehebert und dann auf HCl, Milchsäure, Pepton und verdauende Kraft untersucht. Als Resultat seiner 42 Versuche ergab sich eine „*Verlangsamung und Verzögerung der Verdauung*" durch die Bewegung unmittelbar nach der Probemahlzeit.

Zu anderen Ergebnissen in seinen Versuchen kam *Streng*[4]) (1890). Er stellte die Versuche an 2 Hunden (38 Vers.) und 3 Menschen (25 Vers.) an. Die *Hunde* „bekamen in den leeren Magen mittels Sonde 25 g Carne pura in 300 ccm warmen Wassers suspendiert; danach mußten sie nun einmal 3 Stunden in absoluter körperlicher Ruhe bleiben, das andere Mal wurden sie tüchtiger Bewegung ausgesetzt. Nach 3 Stunden wurde der Magen seines Inhalts mittels Magenpumpe völlig entleert und die chemische Untersuchung angeschlossen. Die Menge des Mageninhaltes zeigte im Durchschnitt keine wesentlichen Unterschiede nach Ruhe und nach Bewegung. . . . Auch die chemische Untersuchung ergab *im großen und ganzen keine Differenz*, ebensowenig die Verdauungsprobe. . . ."

Sodann wurden die Versuche an *3 Männern* folgendermaßen ausgeführt. „Alle wurden $4^1/_2$ Stunden nach Probemahlzeit, bestehend aus 200 g Schabfleisch, 1 Brötchen, 1 Teller Bouillon und 3 Löffel Kartoffelbrei, mittels der elastischen Hohlsonde ausgehebert. Die Bewegung nach der Mahlzeit leisteten sie teils am Ergostaten, zum Teil durch Spazierengehen im Freien; absolute Ruhe hielten sie im Bette ein. Auch bei diesen Versuchsreihen ergab sich das nämliche Resultat wie vorher bei den Hundeversuchen, und war namentlich bezüglich des Chemismus *kaum ein Unterschied bemerkbar*. . ."

Anders fielen die Ergebnisse der Versuche, die *Spirig*[5]) (1892) am Menschen angestellt hat, aus. Er untersuchte an sich und noch an einem gesunden Manne die Magenverdauung bei Bettruhe (15 Vers.), beim Spazieren (13 Vers.) und bei der eigentlichen Arbeit (15 Vers.). Zu diesem Zwecke wurde von den Versuchspersonen ein *Ewald*sches Probefrühstück eingenommen und genau nach einer Stunde durch Expression nach *Ewald* und *Boas* aus dem Magen entfernt und untersucht. Es hat sich herausgestellt, daß: „1. bei *Ruhe* der höchste Aciditätsgrad des Magensaftes erreicht wird, die Pepton- und Propeptonmengen die größten sind, und die Motilität die geringste ist; 2. bei *mäßiger Bewegung* die Säurenmenge abnimmt, ebenso die Masse der Propeptone und Peptone und die Motilität des Magens sich steigert, während alle übrigen Faktoren der Magenverdauung gleich bleiben; 3. *bei eigentlicher Arbeit* ebenfalls die Säurenmenge und die Menge der Peptone wie bei mäßiger Bewegung fällt, die Motilität zunimmt, während die übrigen Magenfunktionen unverändert bleiben, und ausnahmsweise eine gänzliche Aufhebung der Magenverdauung in der ersten Stunde nach dem *Ewald*schen Probefrühstück eintritt".

Etwa um dieselbe Zeit hat auch *J. Salvioli*[6]) (1891) seine Versuche gemacht. Er ließ die Hunde in dem *Mosso*schen Tretrade bis zu 5 Stunden lang (9 km pro Stunde) laufen. Der Mageninhalt wurde entweder durch eine Magenfistel entnommen oder, wenn keine Fistel vorher angelegt war, bediente man sich des Apomorphins. Die Untersuchung ergab, daß die Ermüdung eine Herabsetzung der Menge, der Acidität, des gesamten Chlorgehaltes und des Verdauungsvermögens des Magensaftes bewirke. Nach *Salvioli* ist auch ein rascherer Übertritt des Mageninhaltes in den Darm bei der Arbeit festzustellen.

Eigenartig — ihrer Methodik nach — sind die Untersuchungen der zwei nächstfolgenden Forscher.

So fütterte *Louis Villain*[7]) (1849) zwei gleich große Hunde mit derselben Mahlzeit. Ein Tier ließ er sodann laufen, das andere aber in Ruhe bleiben. Nach einer bestimmten Zeit tötete er beide Tiere. Bei der daraufhin vorgenommenen Magen-

inhaltsuntersuchung fand man bei dem in der Ruhe gebliebenen Tier bereits den Chymus vor, während beim anderen die Probeingesta noch kaum verändert waren.

Der andere Forscher *Tangl*[8]) (1896) stellte seine Versuche an Pferden an. Nach 36stündigem Hungern erhielten die Tiere 1500 g Hafer. Dann blieben die Pferde entweder ruhig im Stalle stehen (3 Tiere) oder sie wurden im Trab (3 Tiere) oder im Schritt (2 Tiere) getrieben. 1 Stunde nach der beendeten Mahlzeit wurden die Tiere getötet, Magen und Dünndarm herausgeschnitten und dann der Mageninhalt untersucht. Es hat sich gezeigt, daß die Körperbewegungen in der ersten Stunde nach der Mahlzeit (also noch während der *amylolytischen* Periode der Magenverdauung beim Pferde): 1. eine Verzögerung der Magenentleerung, 2. eine Steigerung der Wassersekretion der Schleimhaut, und 3. eine bessere Verdauung — bedingt durch intensivere Verdauung der Stärke — verursachen.

Auf die Ermüdung als die Nachwirkung eines sehr energischen 20minutigen Kauens von Gummi und Kautabak führt *Umber*[9]) (1905) seine Beobachtungen über die „auffallend verspätete" und „zunächst sehr zögernde" Magensekretion bei dem unmittelbar darauf angeschlossenen Scheinfütterungsversuche an einem Menschen zurück. Als Versuchsobjekt in diesem Falle diente ein wegen einer entstandenen Ösophagusstenose mit *Kader*scher Fistel versehener Pat., der sich zur Zeit der Versuche wiederum in sehr günstigem Ernährungszustande befand.

Zuletzt sei noch an die Arbeitsversuche, die von *J. S. Kadygrobow*[10]) (1905) an Hunden mit *Pawlow*schem Magenblindsack angestellt wurden, erinnert. Während bei der Fütterung *nach* der Arbeit „keinerlei Einfluß auf die Magendrüsentätigkeit" sich bemerkbar machte, fand er, daß bei der Fütterung *vor* der Arbeit eine Hyposekretion in den ersten Verdauungsstunden auftrat, die von einer Hypersekretion in der letzten Verdauungsperiode „kompensiert wurde". Diese in dem Verlauf der Magensekretion zunächst auftretende Abweichung verschwindet nach diesem Autor bei der Gewöhnung des Tieres an die Arbeit allmählich. Alles übrige, wie die Gesamtmenge des Saftes, seine Verdauungskraft und Acidität stellen keine merklichen Abweichungen von der Norm dar. Nur der Übergang des Mageninhaltes in den Darm erfahre durch die Muskelarbeit eine Beschleunigung.

Auf die Untersuchungen über die *Nahrungsausnützung* — unter dem Einfluß der verschieden variierten Arbeitsbedingungen — durch den Magendarmschlauch als Ganzes näher einzugehen, das würde an dieser Stelle zu weit führen. Man muß sich hier lediglich mit dem einfachen Hinweis z. B. auf die zahlreichen in *Hohenheim*[11]) — an Ackerpferden —angestellten Versuche, ferner auf die Pariser Versuche[12]) an den Droschkenpferden, auf die Untersuchungen von *S. Rosenberg*[13]) (1892), *H. Gerhartz*[14]) (1910) an Hunden (aus dem Tierphysiolog. Laboratorium der Landwirtschaftlichen Hochschule zu Berlin) begnügen.

Im großen und ganzen ist — wenigstens soweit man nach den Ergebnissen der ebenerwähnten Arbeiten sich schon ein Urteil bilden darf — bei mäßiger Arbeit kaum ein Einfluß auf die Nahrungsausnützung bemerkbar. Nur bei den Pariser Versuchen[12]) (1882/83) an 3 Droschkenpferden hat sich ergeben, daß die Arbeit und noch mehr der raschere Gang einen hemmenden Einfluß auf die Nahrungsausnützung (bei der Arbeit im Schritt: 1—2 %, bei solcher im Trab von 5—6 % und im Trab ohne Arbeit: von 3 % für die gesamte organische Substanz des Futters) ausübe. Ob das, wie es z. B. *E. Wolff* meint, mit dem Temperament der Versuchstiere im Zusammenhang steht oder andere, noch zu wenig beachtete Momente diese Abweichung von den Ergebnissen der analogen Versuche bedingen, läßt sich aus dem vorliegenden Material kaum beurteilen. Die Aufklärung dieser Frage bleibt den weiteren Forschungen auf diesem Gebiete vorbehalten.

Eigene Versuche.

Methodisches.

Die eigenen Versuche erstreckten sich auf die Feststellung des Einflusses der Muskelarbeit auf die Menge und die Acidität des Magensaftes beim Hunde. Als Versuchsobjekte dienten zwei kräftige, mit *Pawlow*schem Magenblindsack versehene Hunde (im weiteren kurz „Magenfistelhunde", aber auch einfach „Hunde" genannt).

Die Tiere mußten vor dem Versuche mindestens 15 Stunden hungern. Um eventuell ein längeres Verweilen der Nahrungsbestandteile im Magen zu verhüten, wurden die Tiere während der Versuchsreihen von gemischter Kost ausgeschlossen und lediglich mit gehacktem Pferdefleisch ernährt. Vor dem eigentlichen Versuch habe ich mich jedesmal von der Nüchternheit des Tieres überzeugt. Zeigte sich vor der Versuchsfütterung eine mehr oder weniger nennenswerte Sekretion oder gar noch Spuren freier HCl, so gab ich den Versuch auf.

Als Sekretionsreiz bei den Versuchen wurde entweder Pferdefleisch und Wasser oder eine wässerige Lösung von Liebigs Fleischextrakt benutzt. Die Flüssigkeiten wurden dabei mittels einer Magensonde dem Versuchstier eingeführt.

Nach der Versuchsfütterung wurden die Tiere entweder 1. im Gestell ruhig stehen gelassen (= *Ruheversuche*) oder 2. veranlaßte man sie, eine Last (Stein, Gewichte) mit einer bestimmten Kraft herumzuschleppen (= *Arbeitsversuche*), oder endlich 3. einen einfachen Spaziergang mitzumachen (= *Spaziergangsversuche*). Sowohl das Lastziehen, als auch der Spaziergang geschah in einem gleichmäßigen Schritt mit 10minutigen Unterbrechungen für jede halbe Stunde. Während der Arbeits- bzw. Spaziergangszeit legte das Tier alle 30 Minuten einen Weg von ca. 1 Kilometer zurück.

Zum Saftauffang — besonders bei der Bewegung —bediente ich mich eines Trichterglases mit den der Bauchwölbung des Tieres entsprechenden und an zwei einander gegenüberliegenden Seiten des Trichterrandes gemachten Ausschnitten. Der in die Magenblindsackfistel eingeführte Schlauch (= „Fistelschlauch") war an ein Glasröhrchen (als Stiel) aufgesetzt, das am Trichterboden seinen Stützpunkt hatte. Der Trichterstiel war mit einem durch eine Klemme verschließbaren Gummischlauch versehen. Diese Saftauffangsvorrichtung wurde mit einer Gummibinde dem Hunde an der Fistel befestigt. Ihr Modell ist von dem Laboranten des hiesigen Instituts, Herrn H. Buchholz, angegeben.

Die Aciditätbestimmung geschah in folgender Weise. Nach dem eventuellen (in vielen Fällen war ja das abgenommene Magensekret wasserklar) Filtrieren orientierte man sich mittels Kongo- bzw. Lackmuspapier zunächst über das Vorhandensein von freier und gebundener

Säure. Dann wurde der Probesaft mit $^1/_{10}$ n-Natronlauge titiert. Als Indikatoren dienten dabei *Töpfer*sches Reagenz und die Phenolphtaleinlösung. Bei den einzelnen Kategorien von Saftproben war man wegen der zu kleinen Saftmengen leider gezwungen, die Titration zu unterlassen.

Die Versuche sind zu einem guten Teil täglich, zu einem anderen aber mit ein- oder gar mehrtägigen Unterbrechungen, aber immer um eine und dieselbe Tageszeit ausgeführt worden.

Experimentelles.

Versuche an dem Hund I.

Das war ein 2 J. alter Hund. Mitte Oktober 1924 wurde ihm der *Pawlow*sche Magenblindsack angelegt. Das Anfangsgewicht betrug etwa 13 Kilo. In der zweiten Hälfte des Februar 1925 hat der Hund wahrscheinlich wegen der damals öfters auftretenden Magenblutungen um 1 kg am Gewicht abgenommen. Am 15. III. 1925 erlag das Tier einer Perforationsperitonitis.

Die Versuche an diesem Tier wurden in der Zeitspanne vom 4. XI. 1924 bis zum 19. II. 1925, also vor dem Entstehen der Blutungen, in der Nachmittagszeit ausgeführt. Nach der Art des bei den Versuchen angewandten Sekretionsreizes zerfallen sie in zwei *Perioden*.

In der *ersten Versuchsperiode* (vom 4. XI. bis zum 25. XI. 1924 einschließlich) bekam der Hund bei dem Versuch 250 g Pferdefleisch und 200 ccm Wasser von der Zimmertemperatur (letzteres durch den Magenschlauch zugeführt). Nun mußte der Hund entweder 6 Stunden lang (einschließlich der oben erwähnten Erholungspausen) einen in ein Drahtnetz eingeschlagenen Stein mit einer Zugkraft (sie wurde mittels einer Federwage gemessen) von etwa 3 kg auf dem Hofe des Instituts (bei 6—7° C Lufttemperatur) herumschleppen (6 Arbeitsversuche; s. Kurve 1) oder die gleiche Zeit im Gestell bei einer Laboratoriumstemperatur von 16—19° C verbringen (6 Ruheversuche; s. Kurve 2). Die Saftabnahme geschah allstündlich.

In der *zweiten Versuchsperiode* (vom 29. XI. 1924 bis zum 19. II. 1925) bediente ich mich zur Anregung der Magensaftsekretion einer Lösung von Liebigs Fleischextrakt (15 g Extr. in 180 ccm Wasser von 25—35° C per Magenschlauch zugeführt). Die Versuchsdauer war 2 Stunden, wobei sowohl der Spaziergang als auch die Arbeit die ganze Versuchszeit geleistet wurden. Die Saftabnahme erfolgte alle 30 Minuten.

In dieser (d. h. zweiten) Versuchsperiode sind:

a) 8 Arbeitsversuche mit der Zugkraft von 3 kg bei der Temperatur von + 3° bis + 8,5° C (s. Kurve 3);

b) 4 Spaziergangsversuche bei + 3° bis + 9,5° C (s. Kurve 4);

c) 7 Ruheversuche bei + 5,5° bis + 10,5° C (s. Kurve 5) und

d) 8 Ruheversuche bei + 13,5° bis 20° C (s. Kurve 6)

angestellt worden.

Die Versuche der drei zuerst erwähnten Gruppen (unter a, b, c) wurden im Freien, die der letzteren (d) im Laboratorium ausgeführt.

Außerdem sind noch 6 Versuche mit vorausgehender Arbeit sowohl im Freien (Kurve 7) als auch im Laboratorium (Kurve 8) angestellt worden (vgl. auch S. 582—583).

Versuche an dem Hund II.

Der 2jährige Hund II, an dem auch eine Anzahl von Versuchen angestellt worden war, hat eine längere Vorgeschichte. Nach der — Ende Oktober 1924 — erfolgten

Anlegung der *Pawlow*schen Magenfistel wurden an ihm zunächst mehrere Präparate (Extrakte aus den innersekretorischen Drüsen: „Hypophysis-Opton", „Thyreoidin", „Testiculin", „Oophorin" und „Pituglandol") auf ihre Wirkung auf die Magensekretion geprüft.

Am 12. XII. 1924 wurde der Hund kastriert. Nach den Einspritzungen von „Thyreodin" und besonders von „Pituglandol" zeigte sich eine länger dauernde Herabsetzung der Magensaftsekretion. Nach der Kastration auch eine Neigung zur Verminderung mit einigen Schwankungen.

Die Versuche in der uns hier interessierenden Richtung sind an diesem Tier in der Zeit vom 27. II. bis zum 20. V. 1925 angestellt worden. Am Ende Februar hatte das Tier ein Gewicht von 11,5 kg, das im Verlauf der Versuche 12,5 kg erreicht hatte.

Um von den etwaigen Einflüssen des Wetterwechsels unabhängig zu sein, fanden die Versuche an diesem Hund im Laboratorium selbst statt.

Zu den Arbeitsversuchen war ein kleiner Holzkasten auf einer Gummisohle befestigt. In den Kasten brachte man so viel Gewichte bis die Zugkraft bei der Arbeit gerade die erwünschte Höhe erreicht hatte. In der Regel mußte der Hund diese Last im Kreis (in einem größeren Laboratoriumsraum) mit der Kraft von 2,3 kg herumschleppen. Der pro eine halbe Stunde — sowohl bei der Arbeit als beim Spaziergang — zurückgelegte Weg betrug, wie beim Hund I, einen Kilometer. Im Gegensatz zu den Arbeits- bzw. Spaziergangsversuchen an dem Hund I dauerte die Arbeit oder der Spaziergang hier nur die erste Stunde. Die Sekretion selbst wurde aber zwei Stunden lang (nach der Versuchsfütterung) verfolgt. Die letztere bestand in Verabreichung von 200 ccm warmer (bei 25—35° C) 10 proz. Lösung von Liebigs Fleischextrakt (jedesmal mittels einer Magensonde zugeführt).

Die Saftabnahme erfolgte alle 30 Minuten. An diesem Tier sind 13 Arbeits- (s. Kurve 11), 11 Ruhe- (s. Kurve 10) und 5 Spaziergangsversuche (s. Kurve 12) ausgeführt worden. Am 5. Juni erlag das Tier einer Perforationsperitonitis.

Besprechung.

Der Ausfall der Einzelversuche bei den scheinbar gleichen äußeren Versuchsbedingungen variiert — aus uns zu wenig bekannten Gründen — noch in so hohem Grade, daß der unmittelbare Vergleich der Ergebnisse von Einzelversuchen untereinander kaum möglich ist. So z. B. in einem Fall habe ich bei der Arbeit eine Sekretionskurve bekommen, die die Mittelwerte der Ruhekurven (s. Kurve 10) wenigstens in der zweiten Sekretionshälfte sogar übertrifft. (Eine so starke Abweichung von dem Durchschnitt war doch nur in Ausnahmefällen zu beobachten.).— Erst die Gegenüberstellung von Durchschnittswerten der betreffenden Versuchsarten gestattet manche Rückschlüsse auf die etwaige Beeinflussung durch die in den Versuchsbedingungen gegebenen Unterschiede. Aus dieser Rücksicht bei der Einschätzung des Einflusses einzelner Faktoren auf die Magensekretion wird man sich nur der Mittelwerte der betreffenden Versuchsarten bedienen dürfen.

Ich verzichte daher auch und zwar besonders im Hinblick auf den mir für den Druck zur Verfügung gestellten Raum auf die ausführliche Mitteilung der einzelnen Versuchsprotokolle und beschränke mich auf die Reproduktion der Kurven für die Durchschnittswerte.

Wie oben erwähnt, im Oktober 1924 war eine Reihe von *Ruhe-* (siehe Kurve 2) und *Arbeitsversuchen* (s. Kurve 1) am Hund I angestellt worden. Beim Vergleich von Durchschnittsergebnissen beider Versucharten untereinander läßt sich mancher Unterschied feststellen.

So z. B. sezernierte das Tier bei der Arbeit während der ganzen 6 Stunden durchschnittlich 1,38 ccm Magensaft, in der Ruhe aber 7,26 ccm, d. h. im ersteren Fall um 81 % weniger als in der Ruhe.

Die *größte Magensaftmenge in der Kurve* bei der Arbeit bekommt man meistens (in $^2/_3$ der Fälle) in der 4, dagegen bei den Ruheversuchen mit derselben Häufigkeit schon in der 3. Versuchsstunde.

Analog den Saftmengen verhalten sich bei diesen Versuchen auch die Durchschnittsgrade der *Gesamtacidität*. Auch in der *Häufigkeit des Auftretens von fr. HCl* kommt der Unterschied klar heraus zwischen den Arbeits- und Ruheversuchen.

Bei den Versuchen an dem Hund I in der ersten Versuchsperiode blieben indessen 2 Fehlerquellen unberücksichtigt.

1. Die Arbeitsversuche wurden im Freien, während die Ruheversuche im Laboratorium angestellt. Läßt man auch die übrigen Wetterkomponenten außer Acht, so bleibt doch ein Temperaturunterschied von etwa 10 Grad übrig, an dem man nicht ohne weiteres vorbeigehen darf.

2. Bei der Bewegung des Tieres während der Arbeit geriet die Saftauffangsvorrichtung ab und zu in ein leichtes Hin- und Herwackeln. Durch das Rühren des Fistelschlauches sowohl an den Rändern der Fistel als auch an der Schleimhaut des kleinen Magens konnte daraus vielleicht infolge schmerzhafter Reizung eine reflektorische Hemmung resultieren und den Ausfall der obenerwähnten Vergleichsversuche mitbestimmen.

Um über die Rolle der ebenerwähnten Faktoren im klaren zu sein oder sie mit ihrer Wirkung wenigstens aus der Differenz bei den weiteren Vergleichsversuchen auszuschalten, sind in der zweiten Versuchsperiode am Hund I die entsprechenden Kontrollversuche eingelegt worden, d. h. neben den Ruheversuchen im Laboratorium auch solche im Freien, und außer den Arbeits- auch die Spaziergangsversuche im Freien angestellt worden.

Vergleicht man nun die *Ruheversuche im Laboratorium* (s. Kurve 6) *und im Freien* (s. Kurve 5) — in der zweiten Versuchsperiode am Hund I — untereinander, so sieht man, daß keine greifbaren Unterschiede — sowohl der Menge als auch der Acidität nach — bestehen, obwohl der Temperaturunterschied hier kein kleinerer als in der eben besprochenen ersten Versuchsperiode war. Diese Feststellung, die als indirekte Kontrolle zu den Experimenten der ersten Versuchsperiode angesehen werden darf, erhöht bis zu einem gewissen Grade den Wert der letzteren.

Die übrigen Versuche — sowohl am Hund I als auch an dem Hund II

— bedürfen ja keiner Temperaturkontrolle, da sie entweder, wie das beim Hund I der Fall war, nur im Freien oder (am Hund II) ausschließlich im Laboratorium, also bei annähernd gleichartiger Temperatur angestellt worden sind.

Im weiteren werden die analogen Vergleichsversuche an beiden Hunden nebeneinander besprochen. Ein Unterschied in der Versuchsanordnung, wie aus dem oben angegebenen hervorgeht, läßt sich dahin zusammenfassen, daß

1. Zur Anregung der Sekretion bei dem Hund I man sich der Lösung von 15 g Liebigs Fleischextrakt in 180 ccm Wasser, beim Hund II aber der 200 ccm 10 proz. Lösung von Liebigs Extr. bediente.

2. Die Versuche am Hund I im Freien in der Nachmittagszeit, die am Hund II im Laboratorium in den Vormittagsstunden ausgeführt worden.

3. Bei den Arbeits- bzw. Spaziergangsversuchen der Hund I 2 Stunden, der Hund II nur eine (erste) Stunde gelaufen ist.

4. Das Lastziehen (Arbeit) beim Hund I eine Zugkraft von ca. 3 kg, beim Hund II von 2,3 kg beanspruchte.

Vergleicht man die *Spaziergangs-* (s. Kurve 4) mit den *Ruheversuchen* (s. Kurve 5) an dem Hund I untereinander, so sieht man, daß die durchschnittliche Saftmenge während der zwei unmittelbar auf die Versuchsfütterung folgenden Stunden im ersteren Fall 5,49 ccm, im zweiten 7,327 ccm beträgt. Die analogen Versuche am Hund II (s. Kurven 12 und 10) ergeben die entsprechenden Saftmengen von 5,82 ccm bzw. 6,18 ccm. Anders ausgedrückt, bewirkt der Spaziergang gegenüber der Ruhe — beim Hund I — eine Herabsetzung der Sekretionsmenge um 25 %, beim Hund II um 5,8 %. (Es ist also bei den beiden Hunden prinzipiell das gleiche Resultat erzielt worden, obschon der zweite Hund kastriert war und die Kastration nach den Versuchen, die *I. Gasiunas*[15]) an eben diesem Hunde machte, die Sekretion herabsetzt.)

Beim Vergleich von *Arbeits- mit den Ruheversuchen* bekommt man beim Hund I für die Saftmenge die entsprechenden Durchschnittswerte von 1,0 ccm (s. Kurve 3) und 7,327 ccm (s. Kurve 5), beim Hund II: 2,68 ccm (s. Kurve 11) und 6,18 ccm (Kurve 10), d. h. eine Verminderung der Sekretionsmenge bei der Arbeit gegenüber der bei der Ruhe beim Hund I um ca. 86 %, bei dem Hund II um etwa 56 %.

Die Beobachtung, die in der ersten Versuchsperiode am Hund I über die *Verschiebung des Sekretionsgipfels in der Kurve* bei der Arbeit im Vergleich zu der Ruhekurve gemacht worden ist, kommt hier — wegen der Eigentümlichkeit der Fleischextraktkurve (gegenüber der langen Pferdefleischkurve) — in etwas anderer Weise zum Ausdruck. Hier findet zwar keine Verschiebung des Kulminationspunktes selbst statt, wohl aber der — der Größe nach — nächstfolgenden Saftportion: wäh-

rend in den Ruheversuchen an den beiden Hunden (s. Kurve 5, 6 und 10) hinter der zweiten halben Versuchsstunde, wo die größte Saftmenge zu verzeichnen ist, in der Regel die erste halbe Versuchsstunde — der Größe der Saftmengen nach — folgt, behauptet bei den Arbeitsversuchen (s. Kurven 3 und 11) die dritte Saftportion den zweiten Rang.

Die *Acidität* (d. h. der Gesamtaciditätsgrad und die Häufigkeit des Auftretens von fr. HCl) bei den oben erwähnten Versuchen folgt — im großen und ganzen — den Schwankungen der Saftmenge nach, obwohl hier keine so feine Abstufung, wie da, zum Vorschein kommt. Die fr. HCl z. B. ist — mit wenigen Ausnahmen — in allen Saftportionen bei den Ruheversuchen (Kurven 5, 6 und 10) nachweisbar, während bei den Arbeitsversuchen (Kurven 3 und 11) das Auftreten von fr. HCl nur etwa in der Hälfte (84,6 % bzw. 12,5 %) der in Frage kommenden Fälle beobachtet wird.

Die Ergebnisse der *Spaziergangsversuche* — in ihren Durchschnittswerten — nehmen, wie von vornherein auch zu erwarten war, — sowohl der Saftmenge als auch der Acidität nach — eine Übergangsstelle ein, die sich zwar den Ruheversuchen viel näher befindet, eine Übergangsstelle von den Ruhe- zu den Arbeitsversuchen. Die Berechtigung dieses Schlusses geht aus dem Vergleich der entsprechenden Kurven ohne weiteres hervor.

Es ist von Interesse festzustellen, daß der Hemmungsgrad der Magensekretion bei der Arbeit im Vergleich zu der in der Ruhe- — in der ersten Versuchsperiode (an dem Hund I) — demjenigen in der zweiten Versuchsperiode ziemlich nahekommt, nämlich: in der ersten Versuchsperiode beträgt er 81 %, in der zweiten Versuchperiode 86 %. Das legt aber den Gedanken nahe, daß aller Wahrscheinlichkeit nach eine in die erste Versuchsperiode etwa eingelegte Reihe von Spaziergangsversuchen ungefähr die gleiche (d. h. im Vergleich zu der Arbeit nur leichte) Beeinträchtigung der Sekretion hervorgerufen hätte, wie es in der zweiten Versuchsperiode (an demselben Hund) der Fall war. Damit aber kommt der Wert der Versuchsergebnisse in der ersten Versuchsperiode an dem Hund I noch mehr zu seinem guten Recht.

Somit ist nach den eben besprochenen Versuchen eine *hemmende Wirkung der Muskelarbeit auf die gleichzeitige Magensekretion* — sowohl der Menge als auch der Acidität nach — *zu bejahen*. Dies Ergebnis steht mit den meisten der anfangs angeführten Untersuchungen, die mit der verschiedenartig ausgebauten Methodik durchgeführt worden sind, im Einklang.

Von den Arbeiten, die zu einem anderen Resultat gekommen sind, scheiden sich die Versuche von *F. Tangl*[8]) von vornherein aus, da sie die Magenverdauung bei einem Pflanzenfresser (Pferd) und zwar nur in ihrem amylolytischen Stadium behandeln. Somit bleiben nur zwei Arbeiten: die von *Streng* und *Kadygrobow* zurück.

Die Mitteilung von *Streng*[4]) läßt einiges zu wünschen übrig: aus den unbestimmten Angaben über die „tüchtige Bewegung" (beim Hund), „Bewegung . . . am Ergostaten" usw. kann man sich kaum eine genauere Vorstellung über die Intensität und die Größe der — von den Versuchsobjekten geleisteten —Arbeit bilden. Es erscheint deshalb eine gewisse Vorsicht bei der Verwertung von Schlußfolgerungen dieses Berichts für geboten.

Was nun die Arbeit von *Kadygrobow*[10]) anbelangt, so will er doch eine „Hyposekretion", aber nur „innerhalb der ersten Stunden der Verdauungsperiode" beobachtet haben, denn sie war von einer „Hypersekretion" in der letzten Verdauungsperiode gefolgt.

Einer ähnlichen Angabe über die nachträgliche Sekretionssteigerung in den späteren Magenverdauungsstunden begegnen wir bei *J. Cohn*[3]).

Beim letzteren aber war die Versuchsanordnung in mancher Hinsicht anders als bei *Kadygrobow*: 1. während bei *Kadygrobow* das Versuchstier eine Last von 12—24 Pfd. in einem Wägelchen ziehen mußte, begnügte sich *J. Cohn* schon damit, daß die Hunde beim Spaziergang „munter herumliefen"; 2. das ebenerwähnte Herumlaufen des Tieres dauerte in der Regel nur 2 Stunden, während *Kadygrobow* den Hund „während der ganzen Verdauungsperiode" ziehen ließ.

Auf diese Weise stehen die Untersuchungen von *Kadygrobow* — ihrer Methodik nach — z. B. den Versuchen am Hund I viel näher, als denen von *J. Cohn*. Dagegen — ihren Ergebnissen nach — entsprechen sie mehr den *Cohn*schen.

In meinen eigenen Versuchen kann höchstens in der oben besprochenen Verschiebung des Sekretionsgipfels in der Kurve eine leise Andeutung der in den beiden anderen Arbeiten ausgesprochenen Abweichung von der normalen Sekretionskurve gesehen werden. Wodurch diese Differenz — insbesondere gegenüber den Versuchen von *Kadygrobow* — bedingt sein kann, läßt sich nicht genauer sagen.

Im übrigen aber erstrecken sich die Differenzen auch auf die Beeinflußbarkeit der Gesamtmenge des Saftes und der Acidität (vgl. S. 575 und 580—581) durch die gleichzeitige Arbeit.

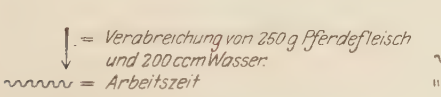
Was endlich die von *Umber*[9]) und *Kadygrobow*[10]) angeschnittene Frage über die *Nachwirkung der Arbeit* auf die Magensekretion betrifft, so sind im Januar 1925 3 Versuche (s. Kurve 7) mit $1\frac{1}{2}$stündiger — unmittelbar vor dem Digestionsreiz vom Hund I geleisteter — Arbeit angestellt worden. Wie der Vergleich von Durchschnittsergebnissen der 3 ebenerwähnten Versuche mit denen der entsprechenden Ruheversuche (s. Kurve 5) lehrt, ist hier keine gröbere Abweichung von der normalen Ruhekurve festzustellen.

Um die eventuell vorhandenen Differenzen im feineren Verlauf der Sekretionskurve kennen zu lernen, sind in der Mitte des Februars 1925 3 weitere Versuche (s. Kurve 8) an demselben Hund mit vorausgehender Arbeit im Laboratorium angestellt worden. Das Besondere bei den letztgenannten Versuchen ist darin gegeben, daß nach der vorausgehenden Arbeit und der darauffolgenden Einführung von Liebigs Lösung (die Menge und die Konzentration wie bei den übrigen Versuchen der zweiten Versuchsperiode), die Sekretionskurve nicht in halbstündigen, sondern

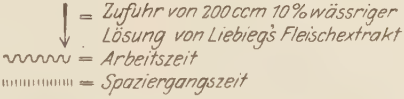
in Abständen von 10 Min. verfolgt wurde. Zum Vergleich steht eine Ruhekurve vom 16. II. 1925 (s. Kurve 9), die der Durchschnittskurve der Ruheversuche im Laboratorium (s. Kurve 6) sehr nahekommt und in Abständen von 10 Min. aufgenommen ist, zur Verfügung. Auch diesmal war eine greifbare Abweichung kaum zu erkennen.

Bekanntlich hat auch *Kadygrobow*[10]) diese Frage in demselben Sinne beantwortet. Demgegenüber steht die von *Umber*[9]) ausgesprochene —oben erwähnte — Ansicht, wonach die Ursache für das „auffallend verspätete" und „zunächst sehr zögernde" Auftreten der Magensekretion in dem „Einfluß der Ermüdung" (hervorgerufen durch das 10 Minuten lang dauernde sehr energische Gummikauen und das nachfolgende, wiederum 10 Minuten lang dauernde Saugen an Kautabak) zu suchen ist.

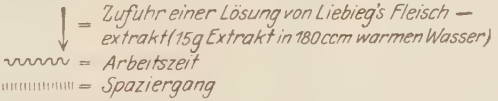
In diesem Fall aber ist auch eine andere Erklärung wohl denkbar: beim 10minütigen Saugen an Kautabak — trotz angeblich fleißigen Ausspuckens — war eine Resorption von Nicotin mit seiner Wirkung auf den Vagus (der Kautabak behält ja auch nach dem präparatorischen Auslaugen bekanntlich noch etwa 0,2—0,4% von Nicotin) von der Mundschleimhaut aus nicht ausgeschlossen.



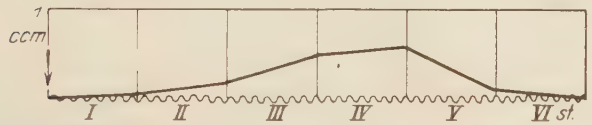
a = Erklärung zu den Kurven 1 und 2.



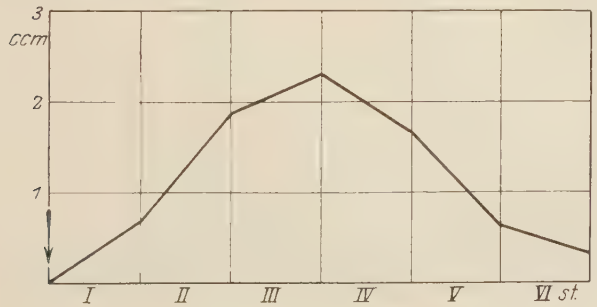
b = Erklärung zu den Kurven 10, 11 und 12.



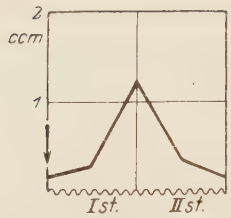
c = Erklärung zu den Kurven 3, 4, 5, 6, 7, 8 und 9.



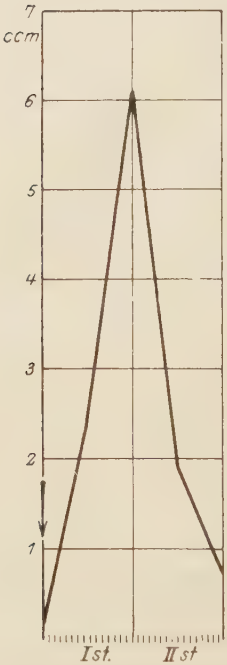
Kurve 1. Hund I. Stündliche Magensaftmengen in ccm. Durchschnittskurve aus 6 *Arbeitsversuchen* im Freien aus der 1. Versuchsperiode. Arbeit dauerte die ganze Versuchszeit (6 Stunden).



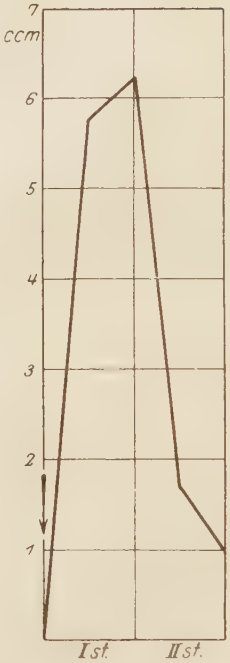
Kurve 2. Hund I. Stündliche Magensaftmengen in ccm. Durchschnittskurve aus 6 *Ruheversuchen* im Laboratorium aus der 1. Versuchsperiode.



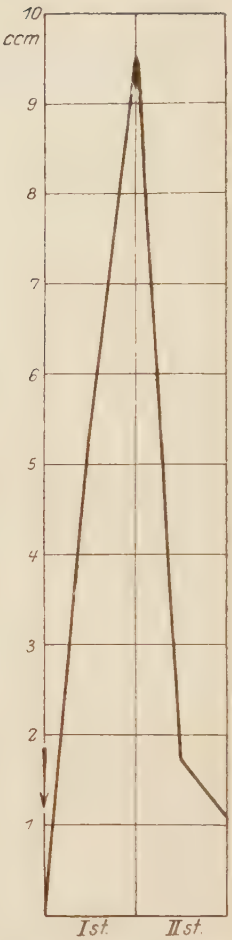
Kurve 3. Hund I. $^1/_2$stündliche Magensaftmengen in ccm. Durchschnittskurve aus 8 *Arbeitsversuchen* im Freien aus der 2. Versuhcsperiode. Arbeit dauerte die ganze Versuchszeit (2 Stunden).



Kurve 4. Hund I. $^1/_2$stündliche Magensaftmengen in ccm. Durchschnittskurve aus 4 *Spaziergangs*versuchen im Freien aus der 2. Versuchsperiode. Spaziergang dauerte die ganze Versuchszeit (2 Stunden).



Kurve 5. Hund I. $^1/_2$stündlirhe Magensaftmengen in ccm. Durchschnittskurve aus 7 *Ruheversuchen* im Freien aus der 2. Versuchsperiode.



Kurve 6. Hund I. $^1/_2$stündliche Magensaftmengen in ccm. Durchschnittskurve aus 8 *Ruheversuchen* im Laboratorium aus der 2. Versuchsperiode.

Zusammenfassung.

Aus meinen Versuchen ergibt sich:

I. *Während der Arbeit* beobachtet man:

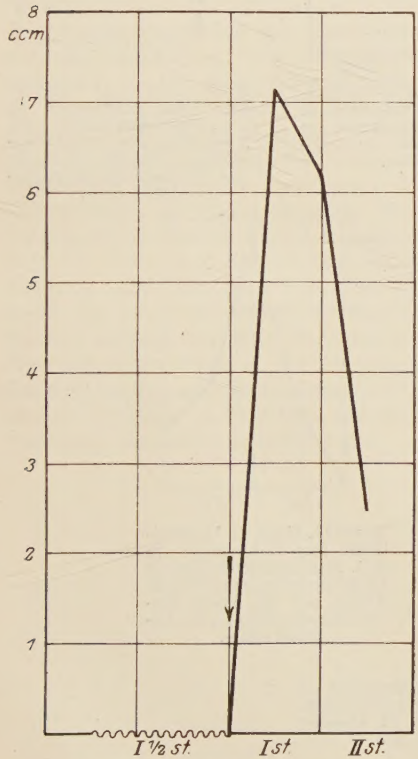
1. eine Verminderung der Sekretionsmenge mit entsprechender Her-

absetzung sowohl des Gesamtaciditätsgrades als auch der Häufigkeit des Auftretens von freier HCl.

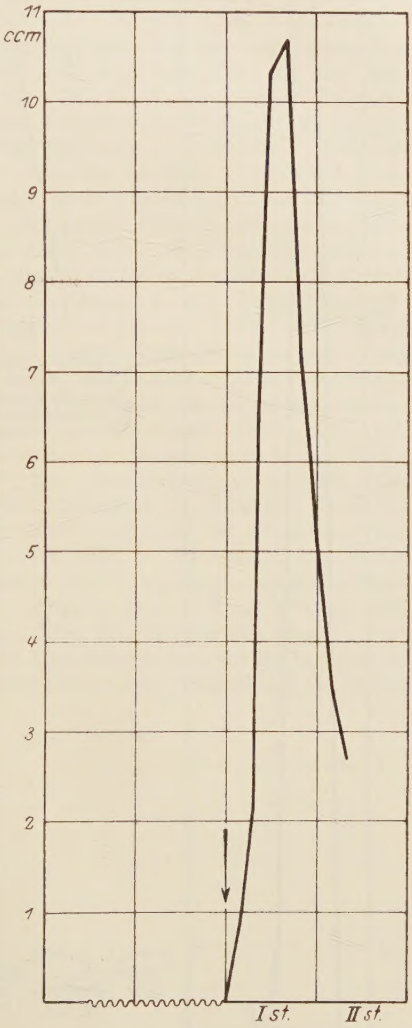
2. eine leichte Verschiebung des Gipfels in der Sekretionskurve gegen das Ende zu.

II. Die *Spaziergangsversuche* — mit ihren Durchschnittergebnissen — nehmen zwischen den Ruhe- und Arbeitsversuchen eine Übergangsstelle ein, die freilich den ersteren viel näher als den letzteren liegt.

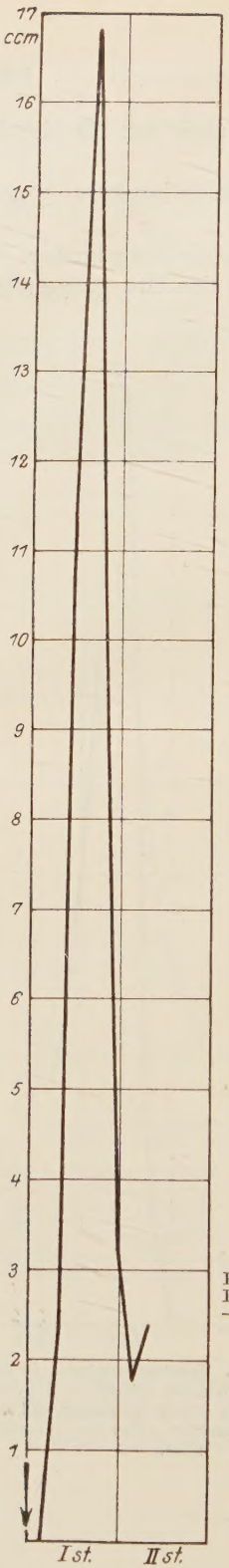
(Ob sie außer durch die Körperbewegungen dabei auch nicht durch eine den Schmerz eventuell auslösende Reizung an der Magenfistel bei der Bewegung des Tieres mitbedingt ist, muß dahingestellt bleiben.)



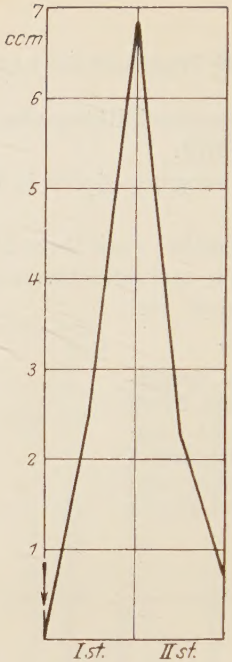
Kurve 7. Hund I. $^1/_2$stündliche Magensaftmengen in ccm. Durchschnittskurve aus 3 Versuchen mit der dem Digestionsreiz *vorausgehenden* $1^1/_2$stündigen *Arbeit* im Freien.



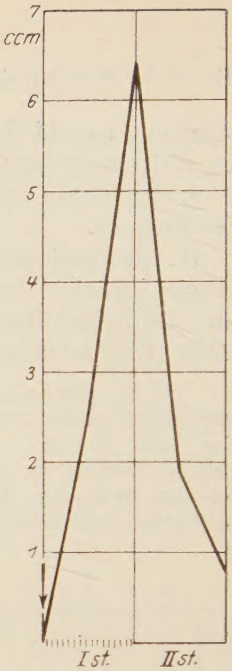
Kurve 8. Hund I. Magensaftmengen — in *Abständen von 10 Minuten verfolgt* — in ccm. Durchschnittskurve aus 3 Versuchen mit *vorausgehender* $1^1/_2$stündiger *Arbeit* im Laboratorium.



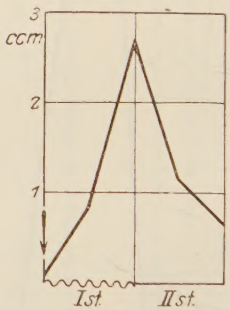
Kurve 9. HundI. *Ruheversuch* im Laboratorium. Magensaftmengen — *in Abständen von 10 Minuten verfolgt* — in ccm.



Kurve 10. Hund II. $^1/_2$stündliche Magensaftmengen in ccm. Durchschnittskurve aus 11 *Ruheversuchen* im Laboratorium.



Kurve 12. Hund II. $^1/_2$stündliche Magensaftmengen in ccm. Durchschnittskurve aus 5 *Spaziergangsversuchen* (Spaziergang dauerte nur die erste Versuchsstunde) im Laboratorium.



Kurve 11. Hund II. $^1/_2$stündliche Magensaftmengen in ccm. Durchschnittskurve aus 13 *Arbeitsversuchen* (wobei die Arbeit nur die erste Versuchsstunde dauerte) im Laboratorium.

III. Eine Beeinflussung der Magensekretion durch die *vorausgehende Arbeit* läßt sich nicht mit Sicherheit nachweisen.

Literaturverzeichnis.

[1]) *Frerichs, Friedr. Theod.*: Klinik der Leberkrankheiten. Braunschweig 1858. — [2]) *Ranke, J.*: Tetanus. Bd. II, Heft II: Die Blutverteilung und der Tätigkeitswechsel der Organe. Leipzig 1871. — [3]) *Cohn, J.*: Über den Einfluß mäßiger Körperbewegung auf die Verdauung. Dtsch. Arch. f. klin. Med. **43**, 239. 1888. — [4]) *Streng*: Über den Einfluß körperlicher Bewegung auf die Magenverdauung. Sitzungsbericht der medizinischen Gesellschaft zu Gießen vom 20 Mai 1890. Wiedergegeben in Dtsch. med. Wochenschr. 1891, S. 54. — [5]) *Spirig*: Über den Einfluß von Ruhe, mäßiger Bewegung und körperlicher Arbeit auf die normale Magenverdauung des Menschen. Diss. inaug. Bern 1892. — [6]) *Salvioli, J.*: Influence de la fatigue sur la digestion stomacale. Arch. ital. de Biol. Tome XVII, Turin 1892, p. 248. — [7]) *Villain, Louis*: Rapport de la gymnastique avec l'éducation physique et morale. Thèse de Paris 1849. (Zit. nach *J. Salvioli*, siehe vorhergehende Arbeit, S. 248). — [8]) *Tangl, F.*: Über den Einfluß der Körperbewegung auf die Magenverdauung. Pflügers Arch. f. d. ges Physiol. **63**, Bonn 1896. — [9]) *Umber*: Die Magensaftsekretion des (gastrostomierten) Menschen bei „Scheinfütterung" und Rectalernährung. Berl. klin. Wochenschr. **42**, 56—60. 1905. — [10]) *Kadygrobow, J. S.*: Der Einfluß der Muskelarbeit auf die Pepsindrüsentätigkeit. Diss. St. Petersburg 1905. (Zit. nach *B.P. Babkin*: Die äußere Sekretion der Verdauungsdrüsen, S. 213. Berlin 1914). — [11]) *Wolff, E.*: Grundlagen für die rationelle Fütterung des Pferdes. Berlin 1885. Aber auch in Landwirtschaftl. Jahrb. XVI. Bd. Supplement III. — [12]) *Grandeau, L.* et *Leclerc, A.*: Etudes experimentales sur l'alimentation au cheval de trait. Paris 1882. Deuxième mémoire, 1883. (Zit. nach *E. Wolff*: Landwirtschaftl. Jahrb. **16**, Supplement III, S. 50.) — [13]) *Rosenberg, S.*: Über den Einfluß körperlicher Anstrengung auf die Ausnützung der Nahrung. Arch. f. d. ges. Physiol. **52**, 401—414. 1892. — [14]) *Gerhartz, H.*: Untersuchungen über den Einfluß der Muskelarbeit auf die Organe des tierischen Organismus, insbesondere ihren Wassergehalt. Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol. **133**, 397—500, Bonn 1910. — [15]) *Gasiunas, J.*: Über den Einfluß von Ovarial- und Hodenextrakten wie der Kastration auf die Magensekretion (nebst Beobachtungen über die Wirkung von Extrakten anderer innersekretorischer Drüsen auf die gleiche Funktion). Inaug.-Diss. Berlin 1925.

Lebenslauf.

Ich, *Andrius-Jonas Bridžius*, r.-katholischer Konfession, bin am 20. Dezember 1895 zu Bačkiškiai (Litauen) geboren.

Zuerst besuchte ich das Gymnasium zu Mariampolé, dann zu Vilkaviškis und zuletzt das Vilnaer Gymnasium zu Woronesh, das ich im Mai 1916 mit dem Reifezeugnis verließ, um mich an der Universität zu Charkow dem Studium der Medizin zu widmen. Schon ein Jahr später mußte ich mein Studium wegen der Kriegsverhältnisse aufgeben. Ostern 1920 wurde ich an der Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin immatrikuliert. Hier setzte ich meine medizinischen Studien fort. Im November 1922 bestand ich die ärztliche Vorprüfung. Das klinische Studium nahm ich in den darauffolgenden 6 Semestern auf.